

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-326353

(43)Date of publication of application : 25.11.1994

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 06-085235

(71)Applicant : MOTOROLA INC

(22)Date of filing : 01.04.1994

(72)Inventor : LEBBY MICHAEL S
SHIEH CHAN-LONG
GAW CRAIG A

(30)Priority

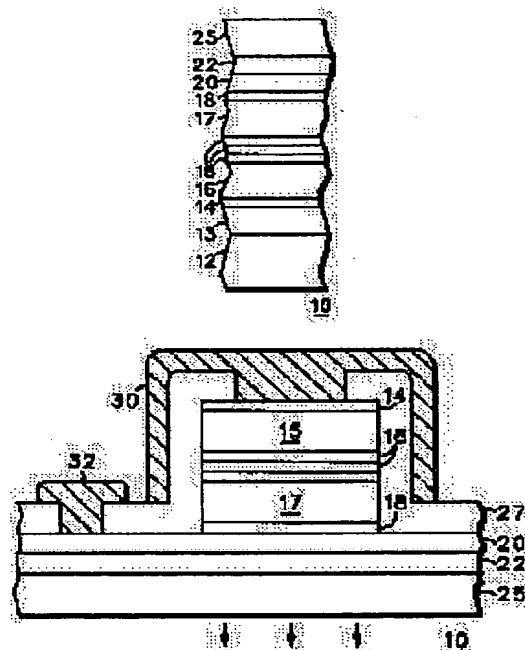
Priority number : 93 44787 Priority date : 12.04.1993 Priority country : US

(54) CLOSED CAVITY LED AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the manufacturing method of the closed cavity LED including the stage of forming a short cavity LED having conductive layers on both ends.

CONSTITUTION: A transparent conductive material layer 20 is evaporated on one conductive layer 18 and then a glass 25 or diamond film is deposited onto the layer 20 so as to section an optical output region for protecting. Next, a substrate 12 is removed to cover the upper part and sides of the cavity with an inductive material 27 and contact metals 30, 32. The contact metals 30, 32 come in contact with the transparent conductive layer 20 and the other one electric contact layer 14. Accordingly, a reflector covers the whole direction excluding the photooutput region in order to increase the external efficiency.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3403489

[Date of registration] 28.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-326353

(43) 公開日 平成6年(1994)11月25日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 7376-4M

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-85235

(22) 出願日 平成6年(1994)4月1日

(31) 優先権主張番号 0 4 4 7 8 7

(32) 優先日 1993年4月12日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390009597

モトローラ・インコーポレイテッド

MOTOROLA INCORPORATED

アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、
イースト・アルゴンクイン・ロード1303

(72) 発明者 マイケル・エス・レビー

アメリカ合衆国アリゾナ州アパチェ・ジャンク
ション、ノース・ラバージ・ロード30

(72) 発明者 チャン・ロン・シェ

アメリカ合衆国アリゾナ州パラダイス・バレー、
イースト・パー・ジー・レーン6739

(74) 代理人 弁理士 本城 雅則 (外1名)

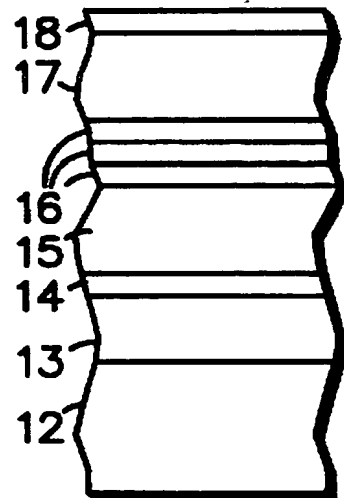
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 閉空洞LEDとその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 両端に導電層(14, 18)を有する短い空洞LED(14から18)を形成する段階を含めた閉空洞LEDを、基板(12)の上に製造する方法。

【構成】 一つの導電層(18)の上に透明導電材料層(20)を蒸着し、ガラス(25)またはダイヤモンド膜を透明導電層(20)の上に付着して、光出力領域を固定し保護する。基板(12)を除去して、誘電材料(27)および接点金属(30, 32)により空洞の上部および側面を被覆する。接点金属は、透明導電層(20)ともう一つの電気接点層(14)と接触する。このため、反射体は、外部効率性を増大するために、光出力領域を除く全方向において空洞を被覆する。



10

【特許請求の範囲】

【請求項1】 閉空洞LEDを製造する方法であって：主表面を有する第1基板(12)を設ける段階；前記第1基板の前記主表面の上に複数の材料層(14から18)を蒸着して、LEDを形成する段階であって、前記複数の層は2つの導電層(14, 18)を有して蒸着され、前記2つの導電層のうち第1導電層14は、前記第1基板(12)の前記主表面に接してその上に位置する形で、前記複数の層(14から18)の一方の側面の上に形成され、前記2つの導電層のうち第2導電層(18)は前記複数の層(14から18)の反対側の側面の上に形成され、前記第2導電層はさらに発光領域を画定する段階；実質的に光を透過する導電材料層(20)を、前記発光領域に対し上に位置する形で、また前記第2導電層と電気的に接触する形で、前記第2導電層(18)の上に蒸着する段階；保護的光透過基板(25)を、前記透明導電層(20)に対し上に位置する形で固着する段階；前記第1基盤(12)を除去して、前記第1導電層(14)を露出する段階；前記複数の材料層(14から18)の一部を除去し、これによりLEDの側面が画定される段階；誘電材料層(27)を、前記LEDの側面の上に、また前記第1導電層(14)および前記透明導電層(20)の露出部分の上に位置する形で蒸着する段階；第1および第2接点領域(30, 32)の開口部を、前記誘電材料層(27)を貫通して、それぞれ前記第1導電層(14)および前記透明導電材料層(20)に達するまで設ける段階；および、電気接点材料層(30, 32)を、前記誘電材料層(27)の上に、また前記第1導電層(14)および透過導電材料層(20)と接触する前記開口部の第1および第2接点領域(30, 32)の中に蒸着して、前記LEDの第1および第2外部電気接点(30, 32)を形成し、前記発光領域を除く前記LEDの全側面の上に反射体を形成する段階；によって構成される製造方法。

【請求項2】 閉空洞LEDを製造する方法であって：主表面を有する第1基板(12)を設ける段階；第1導電形の第1被覆層(14)を前記第1基板の前記主表面の上に蒸着する段階、第1導電形の第1被覆層(15)を前記第1導電層(14)の上に蒸着する段階、能動層(16)を前記第1被覆層(15)の上に蒸着する段階、第2導電形の第2被覆層(17)を前記能動層(16)の上に蒸着する段階、および前記第2導電形の第2導電層(18)を前記第2被覆層(17)の上に蒸着する段階であって、前記第2導電層(18)はさらに発光領域を画定する段階を含む、複数の材料層(14から18)を蒸着してLEDを形成する段階；実質的に光を透過する導電材料層(20)を、前記発光領域に対し上に位置する形で、また前記第2導電層と電気的に接触する形で、前記第2導電層(18)の上に蒸着する段階；保護的光透過基板(25)を、前記透過導電層に対し上に

位置する形で固着する段階；前記第1基板(12)を除去して、前記第1導電層(14)を露出する段階；前記複数の材料層(14から18)の一部をエッチングして、これによりLEDの側面が画定される段階；誘電材料層(27)を、前記LEDの側面の上に、また前記第1導電層(14)および前記透明導電層(20)の露出部分の上に位置する形で、蒸着する段階；第1および第2接点領域(30, 32)の開口部を、前記誘電材料層(27)を貫通して、それぞれ前記第1導電層(14)および前記透明導電材料層(20)に達するまで設ける段階；および電気接点材料層(30, 32)を、前記誘電材料層(27)の上に、また前記第1導電層(14)および前記透明導電材料層(20)と接触する前記開口部の第1および第2接点領域の中に蒸着して、前記LEDの第1および第2外部電気接点(30, 32)を形成し、発光領域を除くLEDの全側面の上に反射体を形成する段階；によって構成されることを特徴とする製造方法。

【請求項3】 閉空洞LEDであって：第1導電形の第1導電層(14)、前記第1導電層(14)の上に配置される前記第1導電形の第1被覆層(15)、前記第1被覆層(15)の上に配置される能動層(16)、前記能動層(16)の上に配置される第2導電形の第2被覆層(17)、および前記第2被覆層(17)の上に配置される前記第2導電形の第2導電層(18)を含む複数の材料層(14から18)はLEDの側面を画定し、前記第2導電層(18)はさらに発光領域を画定する複数の材料層；前記発光領域に対し上に位置し、また前記第2導電層(18)と電気的に接触する形で、前記第2導電層(18)の上に配置される実質的に光を透過する導電材料層(20)；前記透明導電層(20)の上に位置する形で配置される保護的光透過基板(25)；前記LEDの側面の上に、また前記第1導電層(14)および前記透明導電層(20)の露出部分の上に位置する形で配置される誘電材料層(27)；前記誘電材料層(27)を通過して、それぞれ前記第1導電層(14)および前記透明導電材料層(20)まで伸びる第1および第2接点領域(30, 32)；および前記LEDの第1および第2外部電気接点(30, 32)を形成するため、また前記発光領域を除く前記LEDの全側面の上に反射体を形成するために、前記誘電材料層(27)の上に、また前記第1導電層(14)および前記透明導電材料層(20)と接触する前記開口部の第1および第2接点領域の中に、配置される電気接点材料層(30, 32)；によって構成されることを特徴とする閉空洞LED。

【請求項4】 閉空洞LEDであって：第1導電形の第1導電層(14)、前記第1導電層(14)の上に配置される前記第1導電形の第1被覆層(15)、前記第1被覆層(15)の上に配置される能動層(16)、前記

能動層（１６）の上に配置される第２導電形の第２被覆層（１７）、および前記第２被覆層（１７）の上に配置される前記第２導電形の第２導電層（１８）を含む複数の材料層（１４から１８）であって、前記複数の材料層（１４から１８）はＬＥＤの側面を画定し、前記第２導電層はさらに発光領域を画定する複数の材料層（１４から１８）；前記発光領域に対し上に位置する形で、また前記第２導電層（１８）と電気的に接触する形で、前記第２導電層（１８）の上に配置される実質的に光を透過する導電材料層（２０）；前記透明導電層（２０）の上に位置する形で配置される保護的光透過基板（２５）；前記ＬＥＤの側面の上に、また前記第１導電層（１４）および前記透明導電層（２０）の露出領域の上に位置する形で配置される誘電材料層（２７）；誘電材料層（２７）を通して、それぞれ前記第１導電層（１４）および前記透明導電材料層（２０）まで伸びる第１および第２接点領域（３０，３２）；前記ＬＥＤの第１および第２外部電気接点（３０，３２）を形成するため、前記第１導電層（１４）および前記透明導電材料層（２０）と接触する前記第１および第２接点領域内に配置される電気接点材料（３０，３２）；および前記発光領域を除く前記ＬＥＤの全側面の上に反射体を形成するために、前記誘電材料層の上に配置される反射材料層；によって構成されることを特徴とする閉空洞ＬＥＤ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は一般に発光ダイオード（ＬＥＤ）に関し、さらに詳しくは光放射および効率性が改良されたＬＥＤに関する。

【０００２】

【従来の技術】ＬＥＤを構成する半導体材料の屈折率（通常３から３．５）は、光が放射される空気の屈折率（１）より大幅に大きいので、ＬＥＤの効率性は内部全反射によって制限される。ＬＥＤ内の光分布を一般に、ランベルト分布、または全方向性分布という。発生した光がこのように大きな空間分布をとるので、特に光を光ファイバなどの光伝導媒体と結合しようとする場合には、ごく少量の光しか効果的に利用できない。ＬＥＤなどのランベルト光源を扱う場合には、ＬＥＤからファイバのコアまでの光結合を強化する方法として、現在数多くの方法が利用できる。たとえば、球面レンズ、マイクロレンズ（microlense）、gradient index lense（GRIN）、回析格子はすべて有効に利用できる。しかしあいにく実際には、これらの技術はいずれも、同一入力電流に対して発生する光の量を増大しない。

【０００３】効率性が増すということは、同じ量の光をシステムに結合するのに電流が少なくて済む、したがって、電力が少なくて済むことを意味する。より効率的なＬＥＤは光結合が増大し、結合設計および結合手順に関する厳しい仕様が緩和され、結果的にシステムがより安

価になって製造しやすくなる。これらの理由から、ＬＥＤの効率性を増大できれば、応用技術におけるデバイスの有用性が高まることを意味する。

【０００４】ＬＥＤの外部効率性を向上させる一つの方法は、能動領域の向かい合う側面にミラー・スタックを使用して、ＬＥＤ空洞の内側でフォトンの複数反射を提供することである。この技術は、誘導放出が起こるほど２つのミラー・スタックの反射性が十分に強いvertical cavity surface emitting lasers（VCSEL）への適用には成功した。このようなミラー・スタックの設計は、１９９１年１０月４日に出願され、米国特許出願番号第０７／７７０，８４１号を付与されて同一譲受人に譲渡された“Superluminescent Surface Light Emitting Device”と題する関連米国特許出願において開示された、スーパーluminescentＬＥＤを作るのに利用できる。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】スーパーluminescentＬＥＤと標準ＬＥＤとのいちばんの違いは、光出力の空間分布が大幅に狭くなっており、ファイバー、導波管などより効率の高い光結合が可能なことである。VCSELでは、光の空間分布は極めて狭い。現在、ＬＥＤは、適正量の光が光ファイバーと結合するように十分な光を発生するために大量の駆動電流を必要とする。効率性が改良されれば、光の所要量が少なくなり、したがって、発生する熱の量も少なくなる。このため、効率性が改良されたＬＥＤは、結果的に、商業用途でのＬＥＤの適用性を増大する。

【０００６】

【課題を解決するための手段】本発明の一つの目的は、発光特性が改良され、効率性が改良された閉空洞（closed cavity）ＬＥＤを提供することである。

【０００７】本発明のさらなる目的は、閉空洞ＬＥＤの製造方法を提供することである。

【０００８】上記およびその他の問題は、主表面を有する第１基板を設ける段階、および複数の材料層を第１基板の主表面上に蒸着してＬＥＤを形成する段階を含む、閉空洞ＬＥＤを製造する方法において実現される。この複数の層は、２つの導電層を有して蒸着され、前記２つの導電層のうち第１導電層は、第１基板の主表面に接してその上に位置する形で、複数の層の一つの側面の上に形成され、前記２つの導電層のうち第２導電層は複数の層の反対側に形成される。第２導電層はさらに、発光領域を画定する。ついで、実質的に光を透過する導電材料層を、前記発光領域に対し上に位置する形で、第２導電層と電気的に接触する形で、第２導電層の上に蒸着する。保護的光透過性基板を、透明導電層の上に位置する形で固着する。第１基板を除去し、これにより、第１導電層を露出させる。複数の材料層の一部を除去して、ＬＥＤの側面を画定し露出する。誘電材料層を、ＬＥＤの

露出面の上に、また第1導電層および透明導電層の露出部分の上に位置する形で蒸着する。第1および第2接点領域の開口部を、誘電材料層を貫通して、それぞれ第1導電層および材料の透明導電材料層に達するまで設け、また電気接点材料層を、誘電材料層の上に、また第1導電層および透明導電材料層と接触する前記開口部の第1および第2接点領域の中に蒸着して、LEDの第1および第2外部電気接点を形成し、発光領域を除く、LEDの全側面の上に反射体を形成する。

【0009】上記およびその他の問題は、閉空洞LED 10 において実現され、この閉空洞LEDは、第1導電形の第1導電層、第1導電層の上に配置される第1導電形の第1被覆層、第1被覆層の上に配置される能動層、能動層の上に配置される第2導電形の第2被覆層、および第2被覆層の上に配置される第2導電形の第2導電層を含む複数の材料層であって、前記複数の材料層はLEDの側面を画定し、第2導電層はさらに発光領域を画定する複数の材料層；発光領域に対し上に位置し、また第2導電層と電気的に接触する形で、第2導電層の上に配置される実質的に光を透過する導電材料層；透明導電層の上 20 に位置する形で配置される保護的光透過基板；LEDの側面の上に、また第1導電層および透明導電層の露出部分の上に位置する形で配置される誘電材料層；誘電材料層を貫通して、それぞれ第1導電層および透明導電材料層まで伸びる第1および第2接点領域；およびLEDの第1および第2外部電気接点を形成するため、また発光領域を除くLEDの全側面の上に反射体を形成するために、誘電材料層の上に、また導電層および透明導電材料層と接触する前記開口部の第1および第2接点領域の中に配置される電気接点材料層を含む。

【0010】

【実施例】図、特に図1を参照して、本発明による閉空洞LED 10の形成における初期段階を示す。LED 10を構成する種々の層を形成するのに適した材料から成る基板12を設ける。一般に、各種の層はエピタキシャル蒸着によって形成され、エピタキシャル蒸着はMBE, MOCVD, CBEなどの周知の技術によって達成される。これらの技術によって、ガリウム・ヒ素、アルミニウム・ガリウム・ヒ素、アルミニウム・ヒ素、シリコン、インジウム・ガリウム・ヒ素などの材料から成る 40 比較的薄い層および比較的厚い層のエピタキシャル蒸着が可能になる。層13は、本発明でより詳細に説明するように、基板12の上部表面の上に蒸着されて、エッチング・ストップ(etch stop)層として使用する。導電層14は、第1導電形を生じるように不純物により高濃度でドーピング(doping)され、層13の上に蒸着される。本発明により理解されるが、層14は高濃度でドーピングされ、LED 10の外部電気接点と発光部分との間に良好な電気接続を設ける。

【0011】層15は層14の上に蒸着され、LED 10 50

0内に、第1導電形の被覆領域を形成する。層15は、不純物により低濃度でドーピングされ、第1導電形を生じる。3層非ドーブ材料層16は共働して、LED 10の能動領域を提供する。第2被覆層17はこの能動領域の上部表面の上に蒸着され、不純物により低濃度でドーピングされ、第2導電形を生じる。能動領域を形成する層16と、その上下の被覆層15, 17とが、LED 10の発光部分を形成する。層15, 16, 17は、一般にLEDの空洞と称されるものを形成し、LED 10の発光部分である。LEDの本実施例では、内部自由キャリア・ロス(carrier loss)が小さくなって、これにより効率性を増すように、空洞は極めて短く作られる。

【0012】第2導電層18は、層17の上部表面の上に蒸着される。層18は不純物により高濃度でドーピングされて第2導電形を生じ、LED 10の外部電気接点と発光部分との間に良好な電気接続を設ける。

【0013】図1に示す具体的構造例では、基板12は、ガリウム・ヒ素(GaAs)によって形成される。層13は、60%アルミニウムを含有するアルミニウム・ガリウム・ヒ素(AlGaAs)によって形成され、約0.5マイクロメートルの厚さに蒸着されるが、200オングストロームほど薄くもできる。層14は、100%ガリウムを含有するガリウム・ヒ素(GaAs)によって形成され、P形ドーパントでドーピングされて、P+形のGaAsを提供する。層14は約0.05マイクロメートルの厚さに蒸着され、 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のドーパント濃度でドーピングされる。層15は、30%アルミニウムを含有するアルミニウム・ガリウム・ヒ素(AlGaAs)によって形成され、P形ドーパントによってドーピングされ、P+形のGaAsを提供する。層14は約0.05マイクロメートルの厚さに蒸着され、 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のドーパント濃度でドーピングされる。層15は、30%のアルミニウムを含有するアルミニウム・ガリウム・ヒ素(AlGaAs)によって形成され、P形ドーパントによってドーピングされ、P形アルミニウム・ガリウム・ヒ素を提供する。層15は約0.5マイクロメートルの厚さに蒸着され、 $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のドーパント濃度でドーピングされる。能動領域を形成する3つの層16については、外側の2つの層は、約100オングストロームの厚さに蒸着された非ドーブ・ガリウム・ヒ素(GaAs)によって形成され、中央の層は、約100オングストロームの厚さに蒸着される非ドーブ・インジウム・ガリウム・ヒ素(InGaAs)によって形成され、通常20%のインジウムを含有する。放射光の波長は920ナノメートルを超え(GaAsにおいて吸収されないほど充分な長さ)、この実施例では、約960ナノメートルである。層17は第2被覆層を形成しており、層15と同様の厚さおよびドーピング含有量で形成され、シリコンなどのN形ドーパントでドーピングされる。層18は、第2導電層であり、

100%ガリウムを含有するガリウム・ヒ素(GaAs)を約0.05マイクロメートルの厚さに蒸着し、これを $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の濃度でN形ドーパントでドーピングすることによって形成される。

【0014】図2を参照して、実質的に光を透過する導電材料層20は、層18の上に、また層18と電氣的に接触する形で蒸着される。一般に層20は、透明導電材料である周知のindium-tin-oxide(ITO)材料によって形成されるが、透明導電材料であるcadmium-tin-oxide(CTO)など他の材料も利用できることを理解されたい。保護的光透過基板25は、層20の上に固着され、本発明で説明するように、LED10の光出力領域を形成する。保護的光透過基板25は、ガラス、サファイア、ダイヤモンドなどの比較的硬い物質で形成され、エポキシなどの粘着層22によって適所に固着される。出力される光は、層20および基板25を通して透過されるので、粘着層22も実質的に光透過性であり、たとえば、商業的に利用できるいずれのクリア硬化(clear curing)エポキシも可能である。「固着」という語は、保護的光透過基板と関連して使用される場合、成長工程、蒸着工程、付着工程を含むことを意図しており、

「保護的光透過基板」という語は、かかる工程の結果を含むことを理解されたい。たとえば、ガラス基板25の代わりに、1992年7月7日に付与された“Deposition of Diamond Films on Semiconductor Substrates”と題する米国特許第5,128,006号に記載された方法と同様の方法で蒸着されるダイヤモンドもしくは炭素状ダイヤモンドの光透過膜を使用することも可能である。

【0015】図3を参照して、図2の構造を倒置位置で示す。加えて基板12を除去した。一般に、基板12を除去する最も単純な手順は、エッチングで除去することである。このため、この具体例では、エッチング・ストップ層13が設けられた。この実施例では、たとえば、 $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2$ を含むウェット・エッチングを利用して、GaAs基板12を除去する。基板12は、ドライ・プラズマ・エッチングおよびhot chlorine chemistry、ならびに他の多くの周知のエッチングを使用して除去できることを理解されたい。図3に示す構造では、層13も除去された。これも単純なエッチングにより除去できる。層13に対しては同じエッチングではうまくいかないが、HFなどのエッチング剤は利用できる。エッチング・ストップ層13は、単に便宜上含まれる選択的層であり、オペレータがエッチング工程(もしくは他の除去工程)を適正に制御できると想定される場合には、層12を除去する必要条件ではない。

【0016】図3の構造に、複数の層(層14, 15, 16, 17, 18)の一部を除去する段階を付加して、LED10を画定し、その側面を露出するものを図4に示す。一般には、この除去工程もエッチングによって実行され、この例では、層20が適切なエッチング・スト

ップ層を提供する。図4に示すように、層15, 16, 17はLED10の空洞を形成し、層14, 18は空洞と電氣的に接触して、十分な電流を投入するように配置される導電層である。

【0017】図4の構造に、誘電層27を構造表面の上に蒸着する段階を付加したものを、図5に示す。この実施例では、窒化シリコン(SiN)層が蒸着されるが、適する誘電体はいずれも利用できる。

【0018】層27の蒸着後、バイアすなわち接点領域が、層27を貫通して開けられ、層14, 20の表面領域を露出する。一般に、接点領域を開けるには、層27を周知の方法でマスキングおよびエッチングする。層14, 20の表面領域が露出された状態で、電気接点材料が蒸着され、外部電気接点30, 32を形成する。接点30は、導電層14を通してLED10の空洞の一つの側面と電氣的に接続され、接点32は、導電層20, 18を通してLED10の空洞の反対側の側面と電氣的に接続される。開示した具体的実施例では、接点30, 32はともにP形金属によって形成されるが、個々の用途では接点30, 32の一つもしくは両方をN形金属によって形成できることを理解されたい。P形金属の一部の具体例にはTiWもしくはAu/Pt/Tiが含まれ、N形金属の一部の具体例にはNi/Ge/AuもしくはNi/Ge/Wが含まれる。当業者に周知の接点金属は他に数多くある。

【0019】記載した個々の例では、接点30を形成する電気接点材料はLED10の上部と側面全体の上(誘電層27の外側)に蒸着され、反射層を形成して、LED10から光が発する方向、すなわち、層20, 22, 25(図6の下方)を通して光が発する方向を除く、LED内の全方向に光(フォトン)を反射する。この実施例では電気接点材料が反射層として利用されるが、必要に応じて、または個々の用途に対して他の材料も利用できることを理解されたい。全方向的に発せられた光は、層20, 22, 25を通してLED10から発することができるので、LEDの外部効率性が大幅に改良される。また先に説明したように、LED10の空洞は、内部自由キャリア・ロスが小さくなるように極めて短く作られる。このため、発光特性が改良され、効率性が改良された閉空洞LEDが開示される。また動作を大幅に単純化する閉空洞LEDの製造方法が開示される。

【図面の簡単な説明】

図面を参照する場合、図全体を通して、同様の部材は同様の記号で示す。

【図1】本発明による閉空洞LEDを作成する各種の段階を示す。

【図2】本発明による閉空洞LEDを作成する各種の段階を示す。

【図3】本発明による閉空洞LEDを作成する各種の段階を示す。

【図4】本発明による閉空洞LEDを作成する各種の段階を示す。

【図5】本発明による閉空洞LEDを作成する各種の段階を示す。

【図6】本発明による閉空洞LEDを作成する各種の段階を示す。

【符号の説明】

10 LED

12 基板

13 エッチング・ストップ層

14 導電層

15 第1被覆層

16 能動層

17 第2被覆層

18 第2導電層

20 実質的に光を透過する導電材料層

22 粘着層

25 保護的光透過基板

27 誘電層

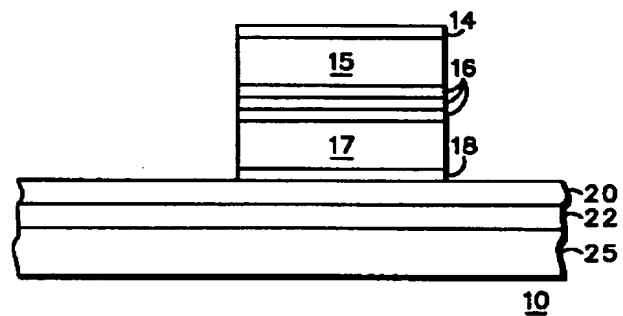
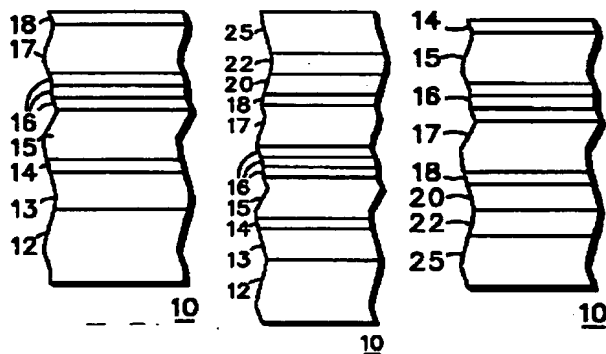
10 30, 32 外部電気接点

【図1】

【図2】

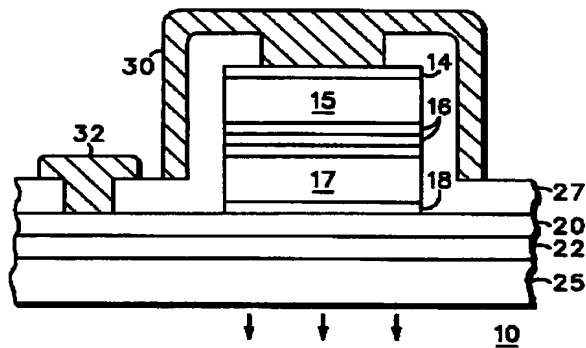
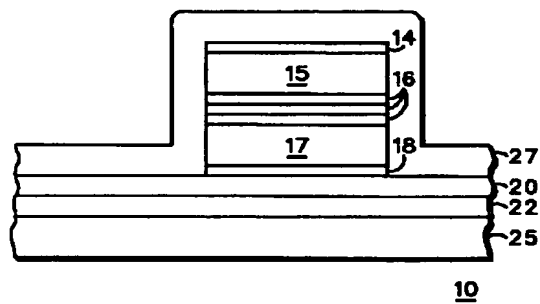
【図3】

【図4】



【図5】

【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 クレイ・エー・ガオ
アメリカ合衆国アリゾナ州スコッツデー
ル、ノース・81番・ブレース8912